



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

NÁVRH SKLADU VE STROJÍRENSKÉM PODNIKU

PROPOSAL WAREHOUSE IN ENGINEERING COMPANY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adam Jarolím

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marek Štroner, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Adam Jarolím**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Strojírenská technologie
Vedoucí práce: **Ing. Marek Štroner, Ph.D.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh skladu ve strojírenském podniku

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést rozbor a inventarizaci manipulačních prostředků ve skladě. Na základě tohoto rozboru řešit dispozici vlastního skladu pro navrhovanou součást. V případě volné kapacity řešit variantní řešení a technicko ekonomické zhodnocení.

Cíle bakalářské práce:

1. Úvod do problematiky skladování.
2. Volba manipulační jednotky.
3. Kapacitní propočet skladu.
4. Rozbor a dispoziční variantní řešení skladu.
5. Technicko–ekonomické zhodnocení variant.

Seznam doporučené literatury:

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: Technologické projekty I. 3. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80-214-2871-6.

HLAVENKA, Bohumil. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 1. vyd. Brno: VUT-FSI, 1990, 164 s. ISBN 80-214-0068-4.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. 1.vyd. Brno: VUT-FSI, 1991, 185 s. ISBN 80-214-0385-3.

SAMEK, Jaroslav. Modely optimálního rozmístění výroby. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1989.

ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

JAROLÍM Adam: Návrh skladu ve strojírenském podniku.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem skladu hutního materiálu ve strojírenském podniku. V první části byla provedena rešeršní část práce, kde jsou popsány funkce a druhy skladů, manipulace s materiálem či logistické metody. V následující části byla vypočítána skladová kapacita a navrženy 2 varianty řešení. Obě varianty jsou řešeny pomocí konzolových regálů s výsuvnými rameny, kde první varianta je stacionární a druhá pohyblivá. Pro obě varianty byla zpracovaná výkresová dokumentace. V poslední části byly tyto varianty zhodnoceny z technického i ekonomického hlediska.

Klíčová slova: sklad, logistika, manipulace, regály, materiál

ABSTRACT

JAROLÍM Adam: Proposal warehouse in engineering company.

This bachelor thesis deals with the proposal of a metallurgical material warehouse in an engineering company. In the first part, a research describing the functions and types of the warehouse, material handling and logistics methods was carried out. In the following part, the storage capacity was calculated and two solutions were proposed. Both variants are solved by cantilever racks with extendable arms. The first variant is stationary whereas the other one is movable. Drawing documentation has been made for both variants. Lastly, these variants have been evaluated by the technical as well as economic point of view.

Keywords: warehouse, logistics, manipulation, racks, material

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JAROLÍM, Adam. *Návrh skladu ve strojírenském podniku* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-06-18]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124355>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marek Štroner.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne 23. 6. 2020

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Marku Štronerovi, PhD. za vstřícnost, připomínky, cenné rady a odborné vedení při vypracovávání bakalářské práce.

Také bych rád poděkoval své rodině za jejich velkou podporu při celém studiu.

OBSAH

Zadání
Abstrakt
Bibliografická citace
Čestné prohlášení
Poděkování
Obsah

ÚVOD	9
1 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ	10
1.1 Funkce skladů	10
1.2 Druhy skladů	11
1.3 Manipulace s materiálem.....	12
1.3.1 Dopravníky	12
1.3.2 Vozíky.....	13
1.3.3 Jeřáby.....	14
1.4 Řízení zásob a jejich nákup	16
1.5 Logistická technologie.....	18
1.5.1 Kanban	18
1.5.2 Just in time (JIT)	19
1.5.3 Hub and Spoke	20
1.5.4 Cross – Docking	21
1.5.5 Quick Response (QR)	22
1.5.6 Efficient Consumer Response	22
2 NÁVRH A KAPACITNÍ PROPOČET SKLADU	23
2.1 Současný stav skladu.....	23
2.2 Výpočet skladové kapacity	25
2.3 Varianta A – konzolové regály s výsuvnými rameny	28
2.4 Varianta B – pojízdné konzolové regály	30
3 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	32
3.1 Technické zhodnocení	32
3.2 Ekonomické zhodnocení	33
4 ZÁVĚR.....	34

Seznam použitých zdrojů
Seznam použitých symbolů a zkratk
Seznam obrázků
Seznam tabulek
Seznam příloh

ÚVOD [1], [2], [3], [4]

Skladování je v dnešní době nepostradatelnou součástí každého, nejen strojírenského, podniku a je jednou z nejdůležitějších částí logistického systému. Nezáleží přitom jestli podnik vyrábí polotovary, hotové výrobky, něco přeprodává nebo jen skladuje hutní materiál, jak je vidět na obrázku číslo 1.

I přes to, že meziskladování materiálu vždy znamená určité přerušení materiálového toku a tím pádem zpomalení výroby, nelze v žádném výrobním provozu plně odstranit. Vždy je skladování neodlučitelnou součástí. Proto správné využití skladu a plynulý tok materiálu může ušetřit spoustu času a tím pádem ve výsledku i peněz.

Firmy si uvědomují narůstající důležitost a začínají klást na toto odvětví čím dál větší důraz, tím spíš v dnešní zrychlené době, kdy se každá minuta počítá. Navíc tohle neustálé zrychlování klade na podniky a jejich zaměstnance stále větší a větší nároky. Tudíž metody, které jsme v minulosti využívaly, už ve většině případů nejsou dostačující a je nutné je modernizovat. Tak aby skladování bylo co možná nejefektivnější. Velký rozmach můžeme vidět v automatizaci a v používání výrobních linek. Tyhle procesy v budoucnu pravděpodobně úplně nahradí lidskou práci.

Výstavba skladů je velice podobná výstavbě průmyslových závodů. Projekty skladů kladou zvýšené nároky na dopravní síť, rovinný charakter pozemku a požární ochranu. Naproti tomu jsou sklady relativně nenáročné z hlediska spotřeby energie a potřeby pracovních sil.



Obr. 1 Skladování [4]

1 PROBLEMATIKA SKLADOVÁNÍ [1], [2], [3], [5]

Skladování tvoří spojovací část mezi výrobcem a zákazníkem. Má za úkol zabezpečit uskladnění produktů v místech, kde se vyrábí a mezi místem vzniku a místem, kde je následně spotřebováno. Pro rychlé fungování skladu je důležitá efektivní manipulace s materiálem, a proto jsou toto dvě úzce spjaté činnosti.

Kromě samotného uložení výrobků hraje v dnešní době skladování důležitou roli i pro management firmy. Usnadňuje získání informací o aktuálním stavu zboží na skladě, podmínkách a celkovém rozmístění skladovaných produktů. Toto umožňuje podniku rychle reagovat na změny stavu produktů na skladě. Což je důležité pro plynulý chod firmy a pro přijímání zakázek tak, aby nebyl nijak poznamenán plynulý tok materiálu. Zároveň záznamy stavu skladu z minulých let napomáhají na připravení zásob do budoucna tak, aby byl podnik adekvátně připravený na potřeby všech zákazníků. V opačném případě by to mohlo vést ke zbytečným ztrátám zisku a potencionálnímu ztracení klientů.

1.1 Funkce skladů [3], [5]

V dnešní době je na sklady kladen čím dál větší důraz, a proto musí plnit komplexnější funkci, než tomu bylo v minulosti. Už to není jen uskladnění zboží na jednom místě, ale každý moderní sklad musí splňovat 3 níže uvedené hlavní funkce. Jinak není využitý na maximum, a to se samozřejmě promítne do plynulého a efektivního chodu podniku.

a) Přesun produktů

- Příjem – se skládá z několika činností. Tou první je vyložení zboží, kterému následuje jeho vybalení a okamžitá aktualizace záznamů. V neposlední řadě je důležitá kontrola stavu zboží a překontrolování průvodní dokumentace.
- Ukládání – zahrnuje veškerý přesun zboží do skladu a jeho následné uskladnění.
- Komplementace zboží podle objednávky – jedná se o roztrídění a přeskupení objednaného zboží podle požadavků daného zákazníka.
- Překládka – při využití této funkce skladu se úplně vynechá uskladnění zboží a pouze se jen přesune z místa příjmu na místo expedice.
- Expedice – závěrečný přesun zboží ve skladu. Obsahuje zabalení a naložení zásilek do dopravního prostředku. Toto zboží musí být znovu zkontrolováno a zároveň se znovu aktualizují záznamy o aktuálních zásobách skladu.

b) Uskladnění produktů

- Přechodné uskladnění – jedná se pouze o uskladnění nezbytné pro doplňování základních zásob.
- Časově omezené uskladnění – tzv. nárazníkové zásoby, které se dokupují z několika důvodů: sezonní poptávka, kolísavá poptávka, nákup do zásoby.

c) Přenos informací

- Se skládá z aktuálního stavu zásob, jeho umístění a o stavu zboží, které je v pohybu. Což je velmi důležité pro rychlé reagování na objednávku zákazníka. Zároveň jsou důležité informace o zákaznících, personálu a celkovém využití skladových prostor.
- Stále více se upouští od papírového zaznamenávání těchto informací a vše je digitalizováno. Bez počítačů už si téměř nejde žádný dnešní sklad představit. Existují nejrůznější informační systémy, které značně urychlují a zkvalitňují

přenos informací potřebných k zajištění všech požadovaných funkcí skladování. Samozřejmostí je připojení těchto zařízení do sítě.

d) Další funkce skladů

- Vyrovnávací – je zapotřebí, pokud nastane vzájemná odlišnost mezi materiálovým tokem a materiálové potřebě. V tom případě zajistí plynulý chod podniku.
- Zabezpečovací – slouží k zajištění zásob při nepředvídatelných rizikových situacích, jako jsou: kolísání potřeb na odbytových trzích, zpoždění dodávek materiálu.
- Kompletační – určené pro tvorbu sortimentu pro konkrétní obchod nebo pro individuální potřeby provozů v průmyslových podnicích.
- Spekulativní – závisí na předpokládaném zvýšení cen jak na odbytových, tak na zásobovacích trzích.
- Zušlechťovací – tzv. produktivní sklady, protože toto skladování je spjaté s výrobním procesem. Probíhají zde jakostní změny uskladněného sortimentu. Týká se to převážně kvašení, stárnutí, zrání a sušení.

1.2 Druhy skladů [3], [5], [6], [17], [18]

Sklady lze dělit podle řady různých kritérií. Nejobecnější dělení je podle funkce určitého skladu. Nicméně je zde několik dalších typů dělení. Například záleží na materiálu skladovaného zboží, jestli jej je možné ponechat venku, nebo se musí uschovat v kryté hale z důvodu možné koroze nebo jiného poškození. V neposlední řadě je zde rozdělení podle úrovně zavedení automatizace.

a) Podle funkce

- Centrální – pro hotové výrobky dané společnosti.
- Obchodní – typickým znakem je velké množství odběratelů a dodavatelů. Používá se také pro různé změny sortimentu.
- Expediční – zde jsou už hotové výrobky, které čekají na expedici z podniku.
- Tranzitní – základním úkolem tohoto skladu je zboží přijmout, rozdělit a odeslat na další přepravu. Proto se nachází převážně v přístavech nebo v železničních stanicích.
- Zásobovací – slouží pro zásobování vlastního podniku materiálem, který je potřeba k výrobě.
- Konsignační – odběratel si zřídí vlastní sklad přímo u dodavatele, přitom skladované zboží je tam uschované na účet dodavatele. Cílem zřízení takového typu skladu je, aby odběratel měl co nejlehčí a nejrychlejší přístup ke zboží.

b) Podle druhu konstrukce

- Otevřený – zboží uložené venku na nezastřešeném místě (obr. 2).
- Krytý – tzv. přístřešek, zboží je zastřešené, ale pouze z 1 až 3 stran.
- Uzavřený – zastřešený sklad a ze všech 4 stran uzavřený stěnami.
- Halový – jednopodlažní sklady do výšky okolo 5-10 metrů.
- Etážový – několikapodlažní sklady (obr. 3).
- Výškový – jednopodlažní, dosahující výšky přes 12 metrů.



Obr. 2 Otevřený sklad [17]



Obr. 3 Etážový sklad [18]

c) Podle výše mechanizace

- Ruční – veškerá manipulace se provádí ručně.
- Mechanizované – kombinace ruční manipulace za občasné pomoci strojů.
- Vysoce mechanizované – objevují se zde prvky automatizace, ale bez ruční práce se také neobejde. Ta je zapotřebí především při naskladňování a vyskladňování zboží. Tento typ skladu se ukázal jako nejefektivnější.
- Automatizované – zboží je ukládáno na předem určená místa a není zde potřeba s ním ručně manipulovat.
- Plně automatizované – všechny pohyb zboží je bezezbytku automatizovaný.

d) Podle průtoku

- Průtokové – tok materiálu je po přímce nebo odbočuje pouze do pravého úhlu a nikde se vzájemně neruší.
- Hlavové – využívá se především v menších skladech. Příjem a výdej jsou na jedné straně, tím pádem zde dochází ke křížení cest toku materiálu.

1.3 Manipulace s materiálem [1], [3], [7]

Manipulace s materiálem je tzv. aktivním prvkem logistických systémů. Podílí se značnou měrou na průběžné době výrobního procesu a je zde zaměstnán velký počet pracovníků. V každém podniku v úseku manipulace pracuje 20 až 50 % dělníků. Lze to stále označit za fyzicky nejnamáhavější část strojírenské výroby, protože na 1 tunu hotových výrobků se musí průměrně přepravit 100 až 180 tun materiálu. A i proto zde nejčastěji dochází k pracovním úrazům. Základem je pohyb a fyzické přemísťování materiálu (polotovárů, dílů, surovin, hotových výrobků). Postupem času se ale toto odvětví stále rozšiřuje a nyní se sem započítává i skladování, balení, vážení, měření, počítání a třídění.

V kapitole níže jsou uvedeny nejpoužívanější přemísťovací prostředky.

1.3.1 Dopravníky [1], [3], [19]

Díky své konstrukci se jedná o univerzální prostředek pro přepravu materiálu. Pro svoji jednoduchost a efektivnost jsou hojně využívány.

- a) Vibrační – skládá se z pohonu a žlabu. Je využíván pro přemísťování sypkého materiálu za pomoci setrvačných sil. Ty vznikají při kmitavém pohybu dopravníku, který mu udílí pohon.
- b) Šnekové – materiál je posouván díky otáčejícímu se šroubu (šneku), který je možné vidět na obrázku číslo 4. Z důsledku působení gravitační síly a tření materiálu o žlab nedochází ke společnému otáčení šneku s materiálem, a ten je tak konstantně posouván vpřed.
- c) Korečkové elevátory – používány pro přemístění materiálu nahoru nebo dolů. Jsou stavěny se sklonem 60 až 90°. Materiál je převážen v korečkách, které jsou umístěné na řetězu.
- d) Žlabové – přemísťují materiál v otevřeném žlabu hrnutím nebo vlečením pomocí unášeců.
- e) Pásové – nejčastěji používaný dopravník ve strojírenství. Tažným a nosným orgánem je pás, podepíraný válečky nebo rovnou plochou. Rychlost pohybu pásu závisí na typu přemísťovaného materiálu. Sklon se volí buď vodorovný, šikmý nebo lomený. Zpětnému chodu brání čelistová brzda.
- f) Článekové – využívány pro materiál, který má značnou objemovou hmotnost a použití klasických pásových dopravníků není vhodné. Podobně je to např. u horkých a agresivních předmětů. Nosným prvkem jsou jeden nebo dva oběžné řetězy s pásem složeného z článků. Uspořádání a tvar závisí na přepravovaném materiálu.



Obr. 4 Šnekový dopravník [19]

1.3.2 Vozíky [1], [3], [8], [10], [20], [21]

Pro poměrně levný chod a jednoduché ovládání jsou nejvíce využívaným přepravním zařízením ve strojírenských podnicích dopravní vozíky. Slouží především pro vertikální, ale i pro horizontální manipulaci. Používají se jak na vstupu při přijímání zboží, přepravě a skladování hutního materiálu, tak i při meziobjektové a vnitroobjektové přepravě materiálu ve skladech. Je spousta druhů těchto vozíků, proto je níže uvedeno jejich stručné dělení.

a) Bez zdvihu

- Dvoukolové – tzv. rudly (obr. 5), jsou velmi rozšířené. Určené pro manipulaci s pytlí, sudy, bednami.
- Ruční plošinové – tříkolové nebo čtyřkolové. Vyrábějí se s mřížovou nebo plnou přední a zadní stěnou. Je zde umístěna rukojeť pro ruční tažení nebo tlačení vozíku. Další variantou jsou vozíky určené pro připojení za tahač.
- Akumulátorové plošinové – ve čtyřkolové variantě, kde řidič sedí a ovládá vozík volantem.



Obr. 5 Rudla [20]

b) Paletové

- Ruční – vhodné pro časté přemisťování zboží a těžkých nákladů na krátké trase. Zdvih probíhá hydraulicky za použití oje. Díky své nosnosti a snadné manévrovatelnosti jsou ideální pro každodenní chod skladu. Nosnost je do 3 tun.
- Ručně vedené vysokozdvizné – ovládají se ručně pomocí oje. Zdvih provádí elektromotor a zajišťuje plynulý posuv. Ten je až 6 metrů a nosnost 4 tuny. Díky tomu je např. vhodný pro skládání a vykládání zboží z a do kamionu.
- Elektrické nízkozdvizné – podobné jako ruční, nicméně zdvih je zde prováděn elektricky. Nosnost je lehce vyšší, konkrétně až 3,5 tuny.

c) Čelní vysokozdvizné (obr. 6)

- Elektrické – předností tohoto motoru je tichý a čistý chod. Tím pádem je vhodný do uzavřených hal, kde by mohl nastat problém s odvětráváním. Elektromotor je umístěn v zadní části a slouží také jako vyrovnávací závaží. Maximální nosnost se dostává na cca 10 tun.
- Spalovací – použití většinou tam, kde není bezprostřední přístup k elektrické síti nebo v neuzavřených prostorech. Jako palivo se nejčastěji používá nafta, ale objevují se i vozíky na benzín nebo stlačený plyn. Mají lehce menší nosnost ve srovnání s elektrickými. Pohybuje se okolo 6 tun.



Obr. 6 Vysokozdvizný vozík [21]

1.3.3 Jeřáby [1], [3], [9], [22], [23]

Jsou využívány ve skladech, kde je nutná manipulace s těžkými a objemnými břemeny. V tomto jsou nenahraditelné. Jejich další velkou výhodou je, že nezabírají ve většině případů žádnou podlahovou plochu. Moderní jeřáby se dají ovládat dálkově z různých míst, kde

je zrovna potřeba. Tohle umožňuje přesné usazování břemen na místa, kam dříve obsluha z jeřábové kabiny neviděla. Nevýhodou oproti ostatním přepravním zařízením je vyšší cena a nutnost uzpůsobit konstrukci haly. Lze je rozdělit do skupin podle jejich konstrukce.

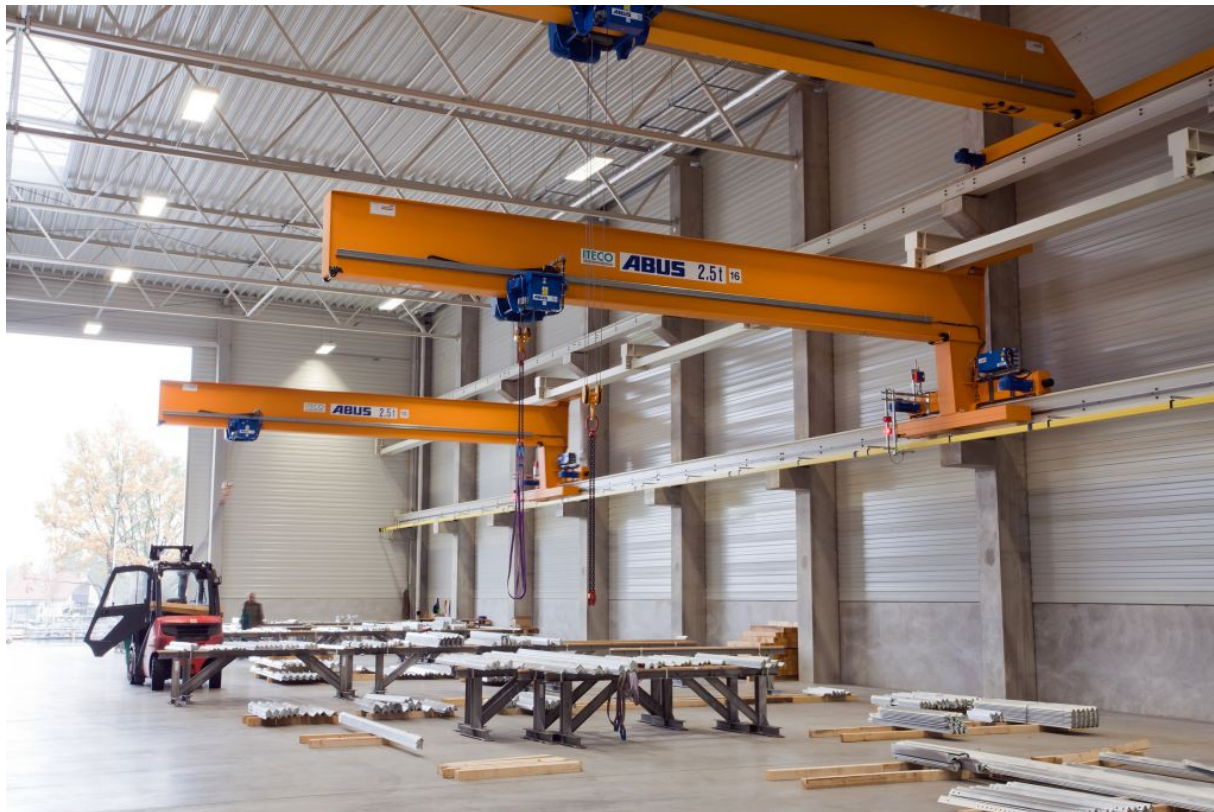
- a) Mostové – pro svoji praktičnost a univerzálnost jsou nejvyužívanějším typem. Rychlou změnu materiálového toku umožňuje manipulační pokrytí celé plochy pod jeřábovou drahou (obr. 7) a jeho rozpětí, které je až 35 metrů. Vhodné pro přemísťování těžkých břemen svislým i vodorovným směrem. Často využíváné pro montáž strojních zařízení. Podle počtu hlavních nosníků se dělí na jednonosníkové a dvounosníkové. Speciálním typem je potom podvěsný mostový jeřáb, který je na rozdíl od předešlých dvou typů je zavěšen pod nosnými profily. Tyto nosníky jsou umístěné obvykle na střeše haly. Nosnost tohoto jeřábu může dosahovat něco kolem 8 tun.



Obr. 7 Mostový jeřáb [22]

- b) Portálové – není zde zapotřebí stavět nákladné konstrukční dráhy pro jeřáb, jelikož portálový popojíždí po kolejnicích, které jsou umístěné na zemi, nebo je se zemí přímo spojen. Principem se hodně podobá mostovému, od kterého se kvůli jiné konstrukci liší nosností, která se snížila na cca 80 tun.
- c) Sloupové – dělí se na dva typy, s nehybným nebo s otočným sloupem. V prvním případě se otáčí pouze výložník, ve druhém celý sloup s výložníkem. Jejich instalace se provádí ve skladech, kde se nevyplatí pořízení mostového jeřábu, který je výrazně dražší. Nosnost je zde ovšem o dost menší a to do 5 tun.
- d) Věžové – hojně rozšířené pro použití na staveništích, ale dají se vidět i ve skladech stavebního materiálu nebo ve strojírenských podnicích pro obsluhu venkovních skladovacích prostorů. Jejich konstrukce se dá lehce rozložit a zase složit. To umožňuje poměrně snadné naložení a přemístění na jiné pracoviště. Obvyklá nosnost činí 7,5 tuny.
- e) Mobilní – stavěné na podvozcích vozidel, většinou automobilových nebo železničních. Nespornou výhodou je jejich velká mobilita. Využití mají obdobné jako jeřáby věžové.

- f) Konzolové – ve strojírenských podnicích rozeznáváme dva typy těchto jeřábů. Na obrázku číslo 8 lze vidět otočný, který se kotví na již stávající ocelový nebo železobetonový sloup, pokud to statika dovolí. Jeho využití je podobné jako u sloupového otočného jeřábu. Ve vysokých halách, kde je zapotřebí velké množství jeřábových manipulací, se uplatňují neotočné konzolové, které pojezdějí pod mostovými jeřáby.



Obr. 8 Konzolový jeřáb [23]

1.4 Řízení zásob a jejich nákup [2], [12]

Problematika řízení zásob je velice důležitou součástí skladování a lze charakterizovat jako soubor několika činností (analýza, rozhodování, kontrola, hodnocení), které mají za úkol nalézt a zajistit takovou výši zásob materiálu, aby byl zajištěn plynulý chod podniku a nebyl nikterak narušen výrobní proces, při optimální vázanosti kapitálu a přijatelném stupni rizika. Je zapotřebí skladovat dostatečně malé množství materiálu, aby finanční výdaje na jejich uložení byly co nejmenší, ale zároveň dostatečně velké množství pro flexibilní reagování na potřeby zákazníků. Tento proces je ovlivněn především faktory, jako jsou nákupní marketing, doprava, umístění podniku, pružnost dodavatelů, technická příprava výroby, charakter procesů a rozsah sortimentu.

Z funkčního hlediska lze zásoby dělit do těchto kategorií:

- Běžné – kryje spotřebu zboží během dvou dodávkových cyklů, na začátku cyklu je v maximu a poté lineárně klesá až na minimum.
- Pojistné – vyrovnává nečekané výkyvy, jako jsou opoždění dodávky nebo dodání menšího než očekávaného množství materiálu.
- Strategické – vytváří se jen u položek, které jsou nezbytné pro plynulý chod firmy, dělají se především pro chvíle, kdy by nebylo možné toto zboží objednat.

- Zásoby na cestě – zboží, které je v daný okamžik přepravováno z bodu A do bodu B.
- Spekulativní – zásoby, které jsou zakoupeny z důvodu příznivé ceny a z jejího očekávaného nárůstu v budoucnu, kdy firma může toto zboží i výhodně prodat.

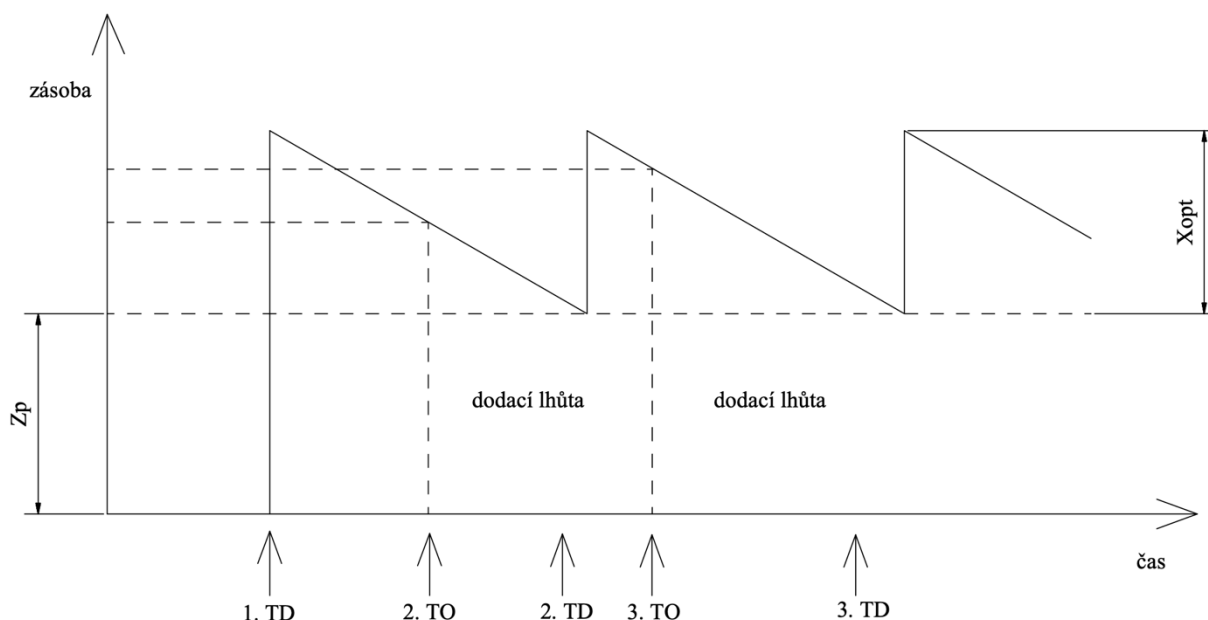
Řízení nákupu zboží musí vycházet z rozsahu skladování a ze stavu, termínů a velikosti objednávek. Problém určení optima jednotlivých veličin musí být řešen na základě minimalizace celkových nákladů.

Jedná se zejména o tyto náklady:

- Náklady opatření – náklady na opatřovací činnost, na objednání od okamžiku sdělení spotřeby až po realizaci objednávky v příjmu zboží.
- Náklady skladovací – náklady spojené s manipulací a uskladněním materiálu.
- Náklady nedostatku – vzniklé kvůli chybnému určení výše a času spotřeby, počítají se sem pokuty, ušlý zisk, prostoje kapacit.

Tyto náklady je nutné brát v úvahu při určování vhodné doby objednání, optimálního stavu zásob a optimálního objednávacího množství. Existuje několik základních systémů na řízení takového nákupu, které vycházejí ze stavu zásob, nákladů na skladování a organizačních zásad. Níže jsou uvedeny ty nejpoužívanější.

- Jednorázové objednání – především jde o zajištění jednorázové zakázky, nebo se může použít i pro průběžnou spotřebu, pokud je časově ohraničena a nejsou problémy se stanovením množství a termínu spotřeby.
- Objednání na základě signálního množství – zaručuje, že objednávka bude provedena s dostatečným předstihem, při každé jednotlivé objednávce je zajištěno takové množství, které ve spojení s termínem vyrovnává vývoj spotřeby, termín objednání je odvozen z postupné spotřeby materiálu, tzn. že při krátkodobě vysoké spotřebě bude častěji objednáváno, naopak při nižší spotřebě bude termín objednávky posunut, jak je znázorněno na obrázku číslo 9.



Z_p ...pojistná zásoba

TO...termín objednání

TD...termín dodání

X_{opt} ...optimální objednávací množství

Obr. 9 Vývoj zásob při objednávání na základě signálního množství [12]

- Objednání s pevným rytmem – volí se pro každý druh materiálu různé objednáací množství, záleží na objemu čerpání, nevyužívá se jen pro materiál spotřebovaný ze skladu, ale dá se využít i pro přímé dodávky v rámci synchronizovaného dodání přímo do výroby.
- Objednání volné – pokud nedostatek tohoto zboží nemůže ohrozit chod podniku, dá se nakoupit i v maloobchodě, jedná se např. o režijní materiál.

1.5 Logistická technologie [3], [5], [11]

Logistika se zabývá toky zboží, informací a peněz. Probíhá jak mezi dodavatelem a odběratelem, tak uvnitř firmy. Nejen ve strojírenských podnicích je tedy snaha uspořádat jednotlivé operace tak, aby optimálně fungovaly. To zaručí nejrychlejší a nejekonomičtější tok materiálu. Tento systémově chápaný sled procesů, úkonů a operací uspořádaný do dílčích ustálených procesů nazýváme logistické technologie. Na základě zkušeností a rozvoje technologie postupně vzniklo několik těchto logistických systémů.

V této práci jsou vybrány a popsány ty nejdůležitější:




1.5.1 Kanban [3], [5], [12], [24]

Systém zavedený japonskou firmou Toyota. Je také známý pod názvem Toyota Production Systems (TPS). Kanban v překladu znamená karta nebo štítek. Využívá se především ve velkosériové výrobě s ustáleným prodejem. Funguje tak, že pokud dojde u spotřebitele k úbytku zásob, tento stav je předem jasně definovaný, předá dodavateli odpovídající kartu Kanban, která je znázorněna na obrázku číslo 10. Ten nyní musí zajistit dodání potřebného materiálu v daném čase. Zboží je poté odesláno i s kartou zpět ke spotřebiteli. Tento cyklus se stále opakuje.

Aby byl tento systém funkční musí být splněno několik faktorů:

- Harmonizace výrobního programu – musí být zajištěna stálá spotřeba dílů. Cílem je vyrábět menší dávky, než je denní potřeba.
- Dílenská organizace orientovaná na materiálový tok – vše je přizpůsobeno toku materiálu a je snaha harmonizovat zásoby skladu. Tím se celý výrobní úsek přizpůsobí pracovnímu

rytmu a omezí se funkce rezervního skladu pouze na vyrovnání poruch.

Lieferant: Drehmaschine TNA 300	Verbraucher Produktion
Lieferanten-Nr 48611	Lagerplatz: 13.07.02.00 Fertigungsinsel Glas
Kanbaneinheiten: 3 / 4	Inhalt: 48
Anlage: 25.03.2009 11:05:00 Gedruckt: 08.08.2009 11:25:05	Bezeichnung: Welle ITD 2. A 4 Y21 InLine/GI
	
Artikelnummer: 41630-12	Kanban ID: 1034
 * 4 1 6 3 0 - 1 2 *	 * 1 0 3 4 *

Obr. 10 Kanban karta [24]

- Vysoká pohotovost a malé prostoje výrobních zařízení – výrobní prostředky musí být univerzální a musí vykazovat použitelnost a spolehlivost. Tím spíš, když jsou zásoby minimální a musí být dosaženo vysoké flexibility výroby při požadovaných kvalitativních a kvantitativních změnách potřeby. Toho je možno dosáhnout zavedením stavebnicového systému, tvorbou rodin dílů, určení optimálního pořadí seřizování, včasná příprava náradí a přípravků.

- Nízké procento zmetků – vzhledem k nízkým pojistným zásobám je rozhodující, aby dodavatel předával výhradně dobré díly. To zajistí schopnost systému. Napomáhá tomu automatizovaná kontrola kvality, kde je integrováno do výrobního procesu automatické zařízení, které zajišťuje stále stejnou jakost výrobků. Dále je to samokontrola. Pracovníci sami kontrolují vlastní práci a tím jsou za to také odpovědní. Poslední kontrolou je kontrola procesní, která má za cíl odkrýt poruchy ve výrobním procesu pomocí statistické regulace výroby.
- Vysoká motivace a kvalifikace pracovníků.

1.5.2 Just in time (JIT) [3], [13], [14]

Jedná se o nejrozšířenější logistickou metodu. Vznikla v Japonsku v 60. letech minulého století. I když jeho tvůrci uznali, že základy filozofie JIT vymyslel již Henry Ford ve Spojených státech amerických. Je to nástroj pro zefektivnění výroby a zabránění plýtvání. Nejlepší využití má v podnicích, kde je sériová výroba a je zde jistota odbytu, vše, co se vyrobí, se také prodá.

Základem filozofie je výroba pouze toho, co zákazník konkrétně požaduje, a to v nezbytném množství a v nejpozději přípustných časech. Logistické řetězce na sebe tedy mohou navazovat jen s minimální pojistnou zásobou, která je udržována jen na dobu několika hodin. Tímto se zredukuje pět druhů plýtvání (nadprodukce, čekání, zásoby, doprava, nekvalita). Pravidelnými dodávkami materiálu v přesně daných a velmi krátkých intervalech přímo do výrobního systému, se nahrazuje skladové hospodářství. Je to velice efektivní metoda, ale její zavedení musí být výsledkem důkladně promyšlených tahů všech zúčastněných. Ať už se jedná o dodavatele, distributory či odběratele. Zároveň mezi nimi musí dokonale fungovat informační systém umožňující plánování, sledování i operativní řízení všech vzájemně souvisejících procesů. V České republice je implikace této metody mimořádně obtížná z důvodu špatné infrastruktury.

Pro úspěšné zavedení musí být splněny tyto předpoklady:

- Odběratel je dominující článek – dodavatel se mu musí přizpůsobit a synchronizuje výrobu a dodávku s jeho potřebami. Zároveň garantuje požadovanou kvalitu výrobků.
- Spolehlivá přeprava – toto je naprosto klíčová podmínka. Dopravce musí být kvalitní a splňovat domluvené časy, jinak JIT nemůže fungovat.
- Snížit seřizovací časy strojů na minimum.
- Kvalifikovanost pracovníků – umožňující jim střídat pracoviště.

Tab. 1 Pozitivní dopady JIT [3]

Činnost	Zvýšení produktivity	Redukce nákupních cen	Redukce výrobních zásob	Redukce odpadu	Redukce zásob hotových výrobků	Redukce doby pro manipulaci	Úspora skladových a výrobních ploch
Zlepšení [%]	20 - 30	až 10	50 - 100	až 30	až 95	50 - 90	40 - 80

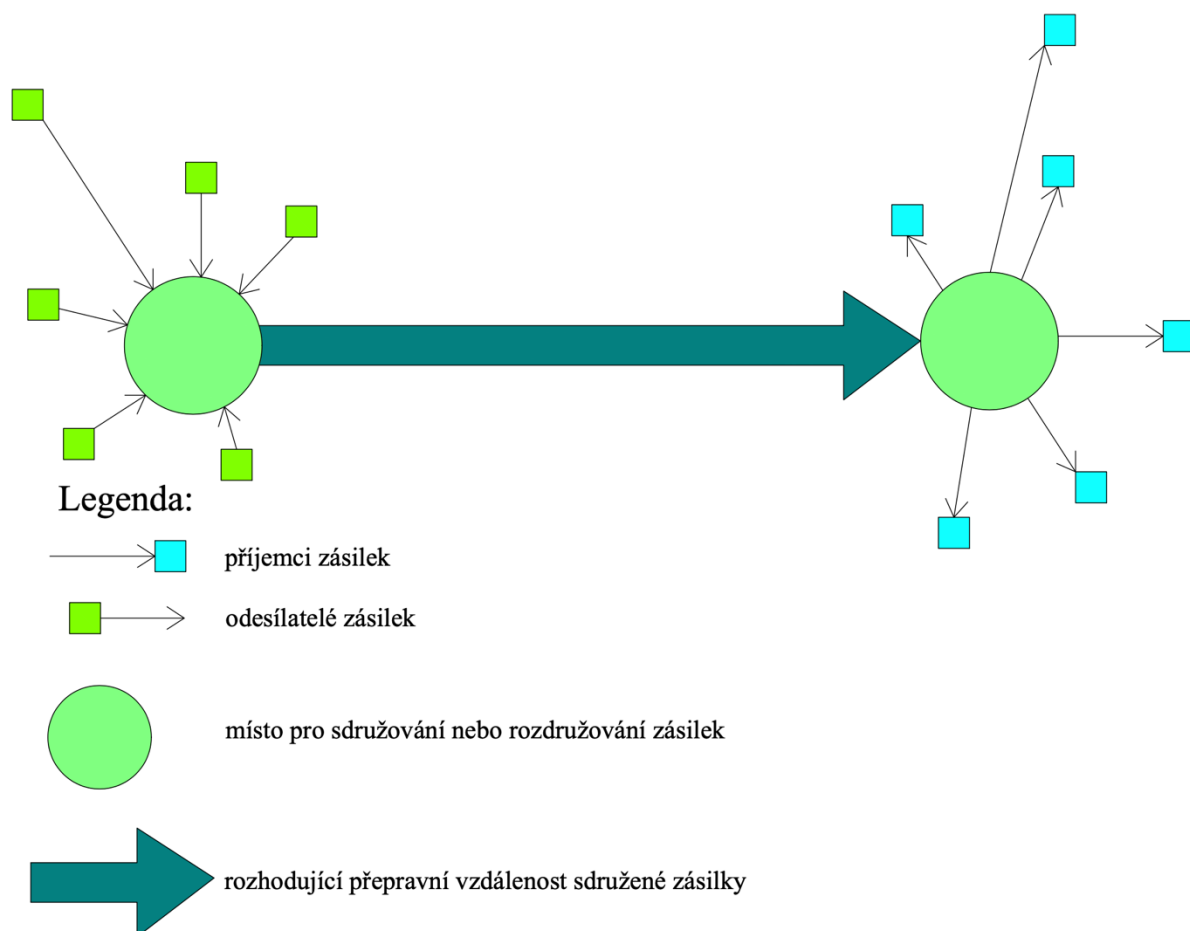
Díky plynulému toku materiálu bez nutnosti další manipulace a přepravy se výrazně sníží celkové výrobní časy. Dále se uvolní spousta místa v hale, protože nejsou zapotřebí zásoby surovin ani hotových výrobků. Tyto plochy se tedy dají využít na něco dalšího. S tím je spojená úspora výdajů za materiál, protože se objedná pouze tolik, kolik se reálně spotřebuje. Výroba potřebuje zpravidla dodávky v menším množství, ale několikrát za den. To zapříčiní nárůst výdajů za dopravu. Pokud podnik zavede jednotné přepravovací bedny, dá se tímto také výrazně

ušetřit. Dodavatel přiveze materiál v bednách a již není potřeba další překládání. Ty jsou poté vráceny zpět dodavateli. Je to nejen levnější, ale také ekologičtější varianta. Nejdůležitější výhody jsou shrnuty v tabulce číslo 1.

1.5.3 Hub and Spoke [3], [13]

Vznik této metody se datuje do roku 1955, kdy ji začala využívat letecká společnost Delta Airlines. Největší rozmach zaznamenala až s příchodem firmy FedEx, která ji začala využívat naplno.

Název je odvozen od cyklistického kola, které má silný střed (hub), ze kterého se rozbíhá spousta úzkých drátů. A právě takto tato technologie funguje. Základem je uzlový bod, kde dochází ke sdružování menších zásilek. Ty jsou poté najednou přepraveny na další uzlový bod, kde jsou rozdělené zase na několik menších zásilek a dále již zvlášť rozvezeny. Toto je znázorněno ve zjednodušeném schématu na obrázku číslo 11. Znamená to velkou úsporu v přepravě, protože doprava sdružených zásilek vyjde levněji než přeprava každé jednotlivé zvlášť. Tato úspora výrazně převýší náklady na překládání. Tím že je převáženo velké množství najednou, je to oproti metodě JIT výrazně ekologičtější varianta. Přeprava pro sdružené zásilky je zpravidla prováděná leteckou, lodní nebo železniční dopravou. Následuje samotná doprava k zákazníkovi, která je většinou zajištěna pomocí silniční dopravy v dodávkách. Každá mince má dvě strany, a i zde jsou nějaké nevýhody. Mezi ty patří hlavně investiční náročnost a fakt, že se tato metoda dá použít pouze pro přepravu na dlouhé vzdálenosti, jinak se nevyplatí.



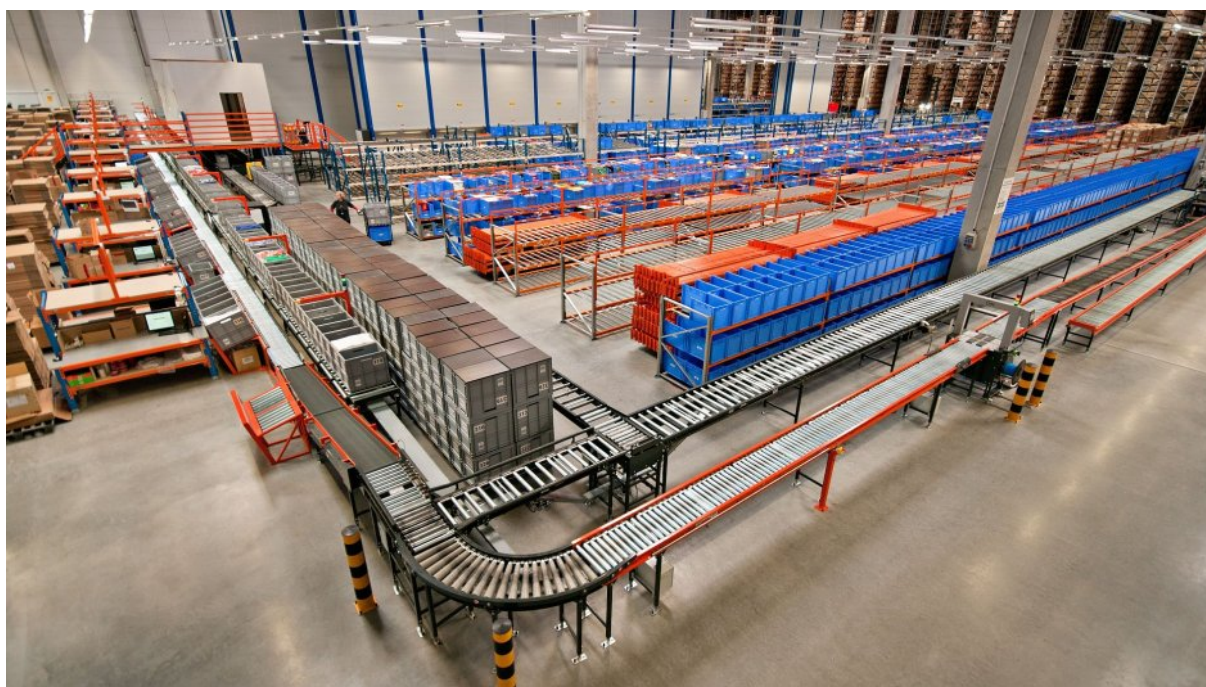
Obr. 11 Princip technologie Hub and Spoke [3]

1.5.4 Cross – Docking [3], [15], [36]

Jedná se o technologii, ve které se zboží předá do distribučního centra (obr. 12), ale není určeno k uskladnění, nýbrž se plynule expeduje do jednotlivých prodejen. Základem je synchronizace pohybu zboží mířícího do distribučního centra a z něj ke spotřebiteli. Mezi těmito dvěma operacemi jsou zásilky, které přichází od výrobců přerozdělovány do zásilek určených jednotlivým odběratelům tak, aby všechny objednávky byly vyřízeny a čas, který zboží stráví v tomto centru, byl minimální. Při ideálním scénáři vůbec nedojde ke skladování a zboží je pouze roztríděno a hned odesláno dále. Pokud nastane situace, že je zboží nutné skladovat, pak by tato doba neměla přesáhnout 24 hodin. Na obrázku číslo 13 je schéma znázorňující tento proces.

Nutné podmínky pro zavedení tohoto systému:

- Pravidelné spojení mezi dodavatelem a odběratelem – s tím souvisí i to, že zákazník musí být připravený zboží převzít ve stanovený termín.
- Spolehlivý dodavatel – musí být dodržen čas dodání a kvalita výrobku. Pokud by jeden z dodavatelů měl zpoždění, zbrzdí to celý proces a zákazník nedostane svoji objednávku včas.
- Předem známý zákazník – zboží, které je přijímáno v distribučním centru, už musí mít dopředu známého odběratele, aby mohlo být okamžitě expedováno.



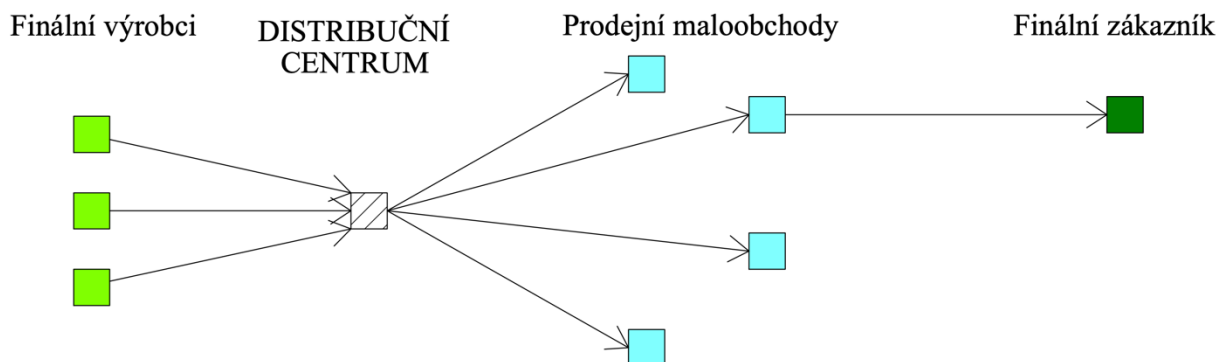
Obr. 12 Distribuční centrum [36]

Základní druhy cross-docking systému:

- Výrobní – příjem komponentů ve velkých objemech potřebných k výrobnímu procesu, jejich konsolidace a odeslání přímo do výroby.
- Distribuční – zásilky od dodavatelů jsou konsolidované tak, aby zákazník dostal zboží, které si objednal v příslušném množství.
- Maloobchodní – přerozdělení zásilek od jednotlivých dodavatelů na zásilky určené konkrétním maloobchodním prodejnám.

Díky minimálnímu skladování jsou zde nižší náklady na skladovací operace a tím i menší riziko poškození zásilky při manipulaci. S tím spojené i nižší náklady na pracovní sílu a úspora

času, kde se výrazně sníží dodací lhůta. Zapotřebí je i menší skladovací plocha a dochází k lepšímu využití vozidel, takže jsou i snižené výdaje za dopravu.



Obr. 13 Schéma materiálového toku v systému s distribučním centrem [3]

1.5.5 Quick Response (QR) [3], [16]

Systém Quick Response je koncept vytvořený za účelem větší spokojenosti zákazníků. Lze popsat jako výrobní a distribuční systém pro rychlou reakci na trh. Byl vyvinut pro textilní průmysl v USA, aby přežil globální konkurenci s nízkonákladovými zahraničními společnostmi. Postupem času se dostal i do Evropy. Má zkrátit dodací lhůtu od přijetí objednávky po dodání produktů a zvýšit peněžní tok. Jde vlastně o uplatnění JIT v celém výrobním řetězci od dodavatele, přes výrobce a prodejce až ke konečnému spotřebiteli. Zavedení automatické identifikace (čárových kódů) zrychlí tok informací, které jsou ihned dodávány celému řetězci. To umožňuje rychle reagovat. Zboží je ovšem nutné objednávat každý den, díky tomu se sníží nutné zásoby téměř o polovinu. To umožní redukovat manipulaci se zbožím a zároveň se sníží skladové plochy. Zisk se může zvýšit až o cca 30 %, protože příjmy rostou a náklady a potřebné zásoby se snižují.

1.5.6 Efficient Consumer Response [3], [13], [25]

V češtině známá metoda také jako metodika přímé odpovědi na poptávku zákazníka. Metoda byla sestavena poradenskou americkou firmou Kurt Simon Associates na popud potravinových firem v polovině 90. let minulého století. Je to vlastně kombinace výhod ostatních systémů založená na posílení úlohy spotřebitele a na kvalitnější spolupráci mezi obchodními partnery tak, aby se omezila neefektivnost v dodavatelském řetězci. To znamená, že je lepší poznat potřeby zákazníka a řídit se jimi, než zákazníka přesvědčovat, aby si koupil to, co je zrovna k dostání.

Obchodník z toho má hned několik výhod: rychlejší tok zboží, redukce provozních nákladů a vyřazení neprodejných výrobků. Pro dodavatele to znamená lepší plánování výroby a úspora logistických nákladů. Pro zákazníka z toho ve výsledku poté plyne nižší cena a lepší dostupnost zboží.

2 NÁVRH A KAPACITNÍ PROPOČET SKLADU [27]

Návrh skladu a kapacitní propočet bude realizován podle reálných dat, které mi byly poskytnuty českou firmou sídlící na jižní Moravě. Z důvodu anonymity a ochrany před konkurencí si tato firma nepřeje, aby byla v této práci jmenována. Nicméně veškerá potřebná data a fotografie mi umožnila použít. Historie této firmy sahá do roku 1990, kdy byla otevřena první malá pobočka. V roce 1997 došlo k jejímu velkému rozvoji a bylo zapotřebí vybudovat nový areál o rozloze 10 000 m². Nyní lze na tomto místě nalézt sídlo firmy, sklady a prodejnu materiálu.



Obr. 14 Skladovací hala

2.1 Současný stav skladu [27]

Tato strojařská firma skladuje a následně prodává hutní a spojovací materiál do celé České republiky. Skladování probíhá celkem ve 3 krytých skladech a jednom venkovním. Sortiment je velice různorodý - od plechů, přes trubky a tyče (kruhové, čtyřhranné, šestihranné), až po válcované profily různých tvarů. Modernizovat se bude krytý sklad pro tyčový materiál, který má obdélníkový tvar o rozloze 60 x 30 metrů, lze jej vidět na obrázku číslo 14. Hutní materiál se zde podle potřeb každého zákazníka může i dělit, ohýbat nebo svařovat. Firma disponuje vlastními nákladními automobily, takže při velké objednávce sama zajišťuje složení materiálu na místo určení. Dříve byl materiál dovážen pomocí železniční dopravy a následně přeskládán na kamiony a dovezen do skladu. V této době už se od vlakové dopravy upustilo, a to z důvodů složité logistiky a časového vytížení při přemísťování zboží z vlaku na kamiony. Dodávky jsou jak od českých výrobců, tak ale i od zahraničních z důvodu příznivější ceny. Dováží se například od několika firem z Itálie, Polska, Slovenska, Bulharska či Maďarska. Po příjezdu

zaplachtovaných nákladních automobilů je materiál vyskládán pomocí jeřábu. Jednotlivé balíky obvykle váží 1 – 2,5 tuny. Ty jsou nejprve položeny jen na meziskládku (obr. 15) v hale na zem a poté jsou zatřízeny na své místo. Takovéto dvojí přeskládávání je sice zdoluhavé, ale dělá se ze dvou důvodů. Za prvé, aby kamiony a jejich řidiči nemuseli čekat, než se vše uskladní přesně tam, kam má, a v druhé řadě proto, protože na to v prodejní době není čas a tohle zatřídění probíhá až ve volném čase, kterého není mnoho. Proto není výjimkou, že se tyto práce dělají o víkendech nebo se využijí přesčasy. Před tím, než je pomocí jeřábu vše zatříděno, se musí provést vstupní kontrola. Jak už bylo zmíněno výše, dodávky jsou z různých koutů Evropy a je potřeba vždy objednaný sortiment pořádně zkontrolovat.

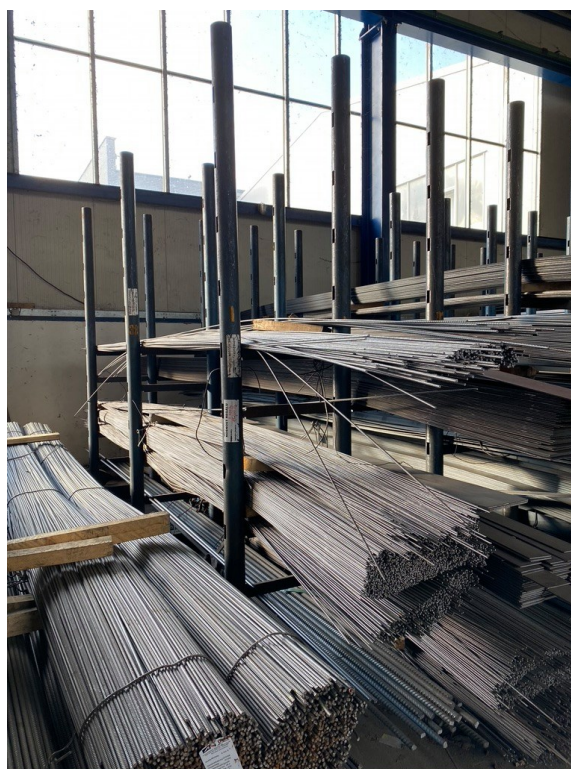
Nyní je uskladnění řešeno pomocí konzolových nevýsuvných regálů, tyto jsou ovšem použity v menším zastoupení. Největší část tyčového materiálu je uložena ve firmou vyrobených regálech, které jsou na obrázku číslo 16. Tyto regály, které jsou složeny z několika trubek s výřezy, do nichž se poté podle potřeby zasunou železné profily, a tím se vytvoří regál, měly být původně provizorním řešením, ale jelikož se osvědčily a splňovaly potřebné funkce, vydržely dodnes. Popřípadě jsou uloženy na podlaze, jak lze vidět na obrázku číslo 17. Nicméně z důvodu modernizace skladu se firma rozhodla toto řešení do budoucna změnit a tento zastaralý způsob skladování nahradit efektivnější alternativou.

Při prodeji, pokud nákup neobsahuje celý balík, se tyče vytahují z regálů ručně. Při malém množství odnese zboží skladník přímo na místo prodeje na váhu. Pokud je objednávka větší, manipuluje se vysokozdvížným vozíkem, který má speciální výložník s hákem. V takovémto případě se materiál převáží v lanech a váží se závěsnou vahou.

Zásoby materiálu jsou zde udržované především za účelem uspokojení jednorázové mimořádné poptávky. Tato plyne především z vývoje ve stavebnictví (sezona) a předpokládaného plánu výroby. Je nutné kalkulovat i s celozávodní dovolenou, obdobím svátků a plánovanými odstávkami výrobců (oprava válcovacích tratí apod.). Dále je třeba počítat s proměnlivou cenou materiálu, měnící se v návaznosti na výše jmenované faktory. Jak ukazuje rok 2020, je potřeba sem zařadit i faktor vyšší moci.



Obr. 15 Meziskládku



Obr. 16 Současné regály



Obr. 17 Momentální řešení skladování tyčového materiálu

2.2 Výpočet skladové kapacity [1], [26], [27]

Jedná se o velmi komplexní proces, při kterém je nutno brát v úvahu několik faktorů. Proto je zapotřebí spolupráce více odvětví. Důležité je samozřejmě samotné oddělení výroby, ale své musejí řídit i pracovníci zodpovědní za logistiku případně starající se o nákup zboží.

Po vypočtení potřebné kapacity skladu budou navrženy 2 varianty uskladnění. Pro obě řešení budou použity konzolové regály a bude porovnáno, jestli se vyplatí stacionární nebo pohyblivá varianta.

Vstupní data:

- Celková roční spotřeba za rok 2019 – 1 523 tun, pro jednotlivé typy materiálu je spotřeba uvedena níže v tabulce číslo 2.
- Předpokládaný nárůst spotřeby pro rok 2020 – 2 %.
- Skladovaný materiál – svařované uzavřené profily tvářené za studena.
- Velikost skladu – 1 800 m².
- Dodávkový cyklus – 30 dní.
- Zaměstnanců pro práci ve skladech – 10.
- Pojistná zásoba – pro klasické průřezy 3 měsíce, pro speciální 1,5 měsíce.
- Pracovní doba – 7,5 hodiny denně, 5 dní v týdnu (sezonně i víkendy nebo přesčasy).
- Pracovních dnů v roce 2020 – 251.
- Manipulační zařízení – mostový jeřáb s nosností 8 tun.

Tab. 2 Spotřeba jednotlivých druhů tyčového materiálu v roce 2019 [27]

Svařované profily tvářené za studena		
Průřez [mm]	Obrátka za rok 2019 [t]	Procentuální zastoupení [%]
Malý čtvercový 10x10 – 50x50	435	28,6
Velký čtvercový 60x60 – 300x300	356	23,4
Malý obdélníkový 20x10 – 60x40	337	22,1
Velký obdélníkový 70x30 – 250x150	372	24,4
Speciální (L, T, H)	23	1,5
Celkem	1523	100

Předpokládaný objem materiálu pro rok 2020

Vypočte se z celkového objemu materiálu z předešlého roku, v tomto případě roku 2019, a předpokládaného nárůstu spotřeby v roce nadcházejícím, tj. 2020. Díky tomu se zjistí předpokládaný celkový roční objem materiálu pro navrhovaný sklad.

$$Q = Q_p \cdot (1 + Z) = 1523 \cdot (1 + 0,02) = 1553 \text{ t} \quad [t] \quad (2.1)$$

kde: Q ...předpokládaný celkový objem materiálu v roce 2020 [t]

Q_p ...objem materiálu zpracovaného v roce 2019 [t]

Z ...předpokládaný meziroční nárůst [-]

Rozdělení roční spotřeby dle typu průřezu

Pro firmu je samozřejmě také důležité určit, jaké množství od každého typu průřezu bude sklad obsahovat. Toto se vypočítá pomocí celkového předpokládaného objemu materiálu pro rok 2020, který se vynásobí procentuálním zastoupením daného průřezu. Tím je zjištěno, kolik tun konkrétního materiálu se v roce 2020 spotřebuje.

$$Q_i = Q \cdot P \quad [t] \quad (2.2)$$

kde: Q_i ...roční spotřeba materiálu daného průřezu [t]

P ...procentuální zastoupení daného průřezu v celkové spotřebě [-]

Výpočty pro rozdělení roční spotřeby dle typu konkrétního průřezu.

Malý čtvercový: $Q_{mč} = 1553 \cdot 0,286 = 444 \text{ t}$

Velký čtvercový: $Q_{vč} = 1553 \cdot 0,234 = 364 \text{ t}$

Malý obdélníkový: $Q_{mo} = 1553 \cdot 0,221 = 343 \text{ t}$

Velký obdélníkový: $Q_{vo} = 1553 \cdot 0,244 = 379 \text{ t}$

Speciální: $Q_s = 1553 \cdot 0,015 = 23 \text{ t}$

Z výsledků lze vyčíst, že nárůst oproti loňskému roku bude jen nepatrný, u speciálních průřezů dokonce zanedbatelný.

Průměrná denní spotřeba dle typu průřezu

Toto je velmi důležitý údaj, díky kterému se následně vypočítá, jaké množství hutního materiálu od každého druhu průřezu musí být na skladě k dispozici.

$$q_i = \frac{Q_i}{D_{rok}} \quad [\text{t/den}] \quad (2.3)$$

kde: q_i ...denní spotřeba daného typu tyčového materiálu [t/den]

D_{rok} ...počet dní v roce [den]

Výpočty denní spotřeby konkrétních průřezů.

Malý čtvercový: $q_{mč} = \frac{444}{251} = 1,77 \text{ t/den}$

Velký čtvercový: $q_{vč} = \frac{364}{251} = 1,45 \text{ t/den}$

Malý obdélníkový: $q_{mo} = \frac{343}{251} = 1,37 \text{ t/den}$

Velký obdélníkový: $q_{vo} = \frac{379}{251} = 1,51 \text{ t/den}$

Speciální: $q_s = \frac{23}{251} = 0,09 \text{ t/den}$

Určení skladovaného množství

Závisí nejen na denní spotřebě materiálu, ale také na dodávkovém cyklu, který je v tomto případě měsíční. V neposlední řadě se zde musí kalkulovat s pojistnou zásobou, která má za úkol pokrýt nečekané výpadky dodávky materiálu. Ta je pro klasické průřezy, z důvodu většího odbytu, větší než pro speciální.

$$Q_{SKLj} = \left(\frac{c}{2} + z_p\right) \cdot q_i \quad [\text{t}] \quad (2.4)$$

kde: Q_{SKLj} ...skladované množství daného materiálu [t]

z_p ...pojistná zásoba [den]

c ...dodávkový cyklus [den]

Výpočty pro konkrétní průřezy.

Malý čtvercový: $Q_{SKLmč} = \left(\frac{30}{2} + 90\right) \cdot 1,77 = 185,9 \text{ t}$

Velký čtvercový: $Q_{SKLvč} = \left(\frac{30}{2} + 90\right) \cdot 1,45 = 152,3 \text{ t}$

Malý obdélníkový: $Q_{SKLmo} = \left(\frac{30}{2} + 90\right) \cdot 1,37 = 143,9 \text{ t}$

Velký obdélníkový: $Q_{SKLvo} = \left(\frac{30}{2} + 90\right) \cdot 1,51 = 158,6 \text{ t}$

Speciální: $Q_{SKLs} = \left(\frac{30}{2} + 45\right) \cdot 0,09 = 5,4 \text{ t}$

Z důvodů poměrně velké pojistné zásoby a měsíčnímu zásobování je skladované množství velké. Celkový souhrn předpokládaného potřebného materiálu v roce 2020 je zaznamenán pro přehlednost dohromady v tabulce číslo 3. V tabulce jde vidět roční a denní spotřebu materiálu a také z ní vyplývá, že sklad je nutné navrhnout pro celkovou kapacitu 646,1 tun hutního materiálu.

Tab. 3 Souhrnná tabulka pro rok 2020

Předpokládané hodnoty pro rok 2020			
	Spotřeba [t]		
Průřez [mm]	Roční	Denní	Na skladě k dispozici [t]
Malý čtvercový	444	1,77	185,9
Velký čtvercový	364	1,45	152,3
Malý obdélníkový	343	1,37	143,9
Velký obdélníkový	379	1,51	158,6
Speciální	23	0,09	5,4
Celkem	1553	6,19	646,1

2.3 Varianta A – konzolové regály s výsuvnými rameny [28], [29], [32]

První řešení je navrženo pomocí konzolových stacionárních regálů s výsuvnými rameny, jsou znázorněné na obrázku číslo 19, které zaručí přehledné uložení zboží s jednoduchým přístupem a manipulací. Řešení TELEKANT bylo vybráno od firmy Kredit. Jejich konstrukce vychází z klasických konzolových regálů a zanechává si všechny jeho výhody, nicméně obnáší jednu velkou výhodu. Umožňují obsluhu jeřábem. Z bezpečnostních důvodů se klasické nepohyblivé konzolové regály smějí ovládat jen pomocí vysokozdvizného vozíku. Toto je pro tento návrh skladu klíčová podmínka, jelikož mostový jeřáb je již ve skladovací budově nainstalovaný. Jejich určení je především pro zboží tyčového a deskového charakteru. Jsou hojně využívány pro svoji jednoduchost a spolehlivost. Skladovaný materiál musí být vždy uložen na 2 nebo více ramenech. Pro krátké profily lze ramena v jedné rovině doplnit podélnými panely a tím vytvořit souvislou ukládací plochu.



Obr. 18 Klika na ovládání výsuvných ramen [28]

To umožní uložení i zboží, které nedosahuje na délku dostatečného rozměru. Ramena jsou také přizpůsobena pro dodatečné přidělení dělicích kolíků, které rozdělí prostor ukládací roviny na dvě nebo tři úzké sekce. Tím se vytvoří pozice pro ukládání více druhů sortimentů o menším počtu kusů v jedné ukládací rovině. Toto lze využít pro speciální typy průřezů tyčového materiálu, kde je na skladě poměrně malé množství, konkrétně 5,4 tun, od každého typu. Zároveň lze pokládací plochu každého ramene upravit a doplnit ji dřevem, plastem nebo gumou, pro měkké ukládání materiálu. Tyto regály jsou vyrobeny z válcovaných IPE profilů a skládají se z několika sloupů tzv. stojin, na které jsou nainstalovány příslušná teleskopická ramena, tzv. konzoly. Pomocí hnacího zařízení, které se ovládá ruční klikou (obr. 18) a funguje na základě převodového mechanismu, se dají ramena každé ukládací úrovně vysunout do tzv. pracovní polohy. Když je zboží uloženo, je celá ukládací rovina s uloženou jednotkou opět zasunuta zpět do tzv. skladovací polohy. Takováto ramena mohou být nainstalovaná jak jen z jedné, tak i z obou stran. V tomto navrhovaném typu skladu jsou použity obě varianty. Jednostranná varianta regálů je využita na krajích skladu, naopak oboustranná varianta je využita v prostoru, kde se díky tomu ušetří místo. Na koncích takovýchto ramen jsou přidělané zářezky, aby se předešlo odvalování materiálu. Velikost této sestavy může být až 12 metrů. Délka jednotlivých výsuvných ramen je 0,9 metrů a dosahují nosnosti až 1 500 kg. Výška podle potřeb zákazníka může dosahovat až 4,6 metrů. Pro tento návrh řešení skladu byla zvolena varianta 4 regálů jednostranných a 10 oboustranných. Délka každého regálu je 12 metrů a obsahuje 7 sloupů se 4 rameny, kde každé má nosnost 1 000 kg. Výška je zvolena 4 metry.



Obr. 19 Výsuvná ramena [28]

Hutní materiál lze skladovat buď jednotlivě, nebo ve svazcích. Pro ukládání a odebírání tyčí může být použito různých typů manipulačních prostředků. Primární obsluha je mostovým jeřábem, který, jak už bylo zmíněno, je už v hale zabudovaný. Tato varianta zahrnuje několik nesporných výhod. Minimalizuje se plocha nutná pro manipulaci při obsluze regálu a ty je poté

možné instalovat i do míst, která jsou špatně přístupná nebo zcela nepřístupná pro vysokozdvizný vozík. Návrh této varianty je koncipován tak, aby byla možnost manipulace i VZV. Nicméně do budoucna při navýšení skladovaného objemu materiálu se určitě tato výhoda dá zužitkovat. Zároveň to někdy může být efektivnější než jeřábová manipulace a pokud by došlo k poruše jeřábu, neznamenaloby to úplné zastavení provozu, protože by se stále skladování dalo z části zajistit právě vozíkem. Pokud to výška uložení, množství a hmotnost materiálu dovolí, lze se zbožím manipulovat i ručně.

Půdorysný návrh je zpracován ve výkrese číslo BP/3/V-A.

2.4 Varianta B – pojízdné konzolové regály [30], [31], [33], [34]

Druhý návrh je řešený znovu pomocí konzolových regálů s výsuvnými rameny, které jsou ovšem nyní umístěné na kolejnicích, tudíž se mohou pohybovat. Konkrétní varianta se nazývá MOBI-TELEKANT, kterou má v nabídce opět firma Kredit. Co se týče samotných regálů a jejich technické specifikace, jsou použity stejné jako ve variantě A, viz kapitola 2.3. I pro tento návrh byly vybrány 12 metrové regály (4 jednostranné, 10 oboustranných) s výškou 4 metry, se 4 rovinami a nosností jednotlivých výsuvných ramen 1000 kg. S tím, že na krajích se použijí



Obr. 20 Ovladače na přední straně pojízdných regálů [33]

statické regály jednostranné a mezi nimi budou po kolejnicích jezdit oboustranné varianty. Jako je znázorněno na obrázku číslo 22.

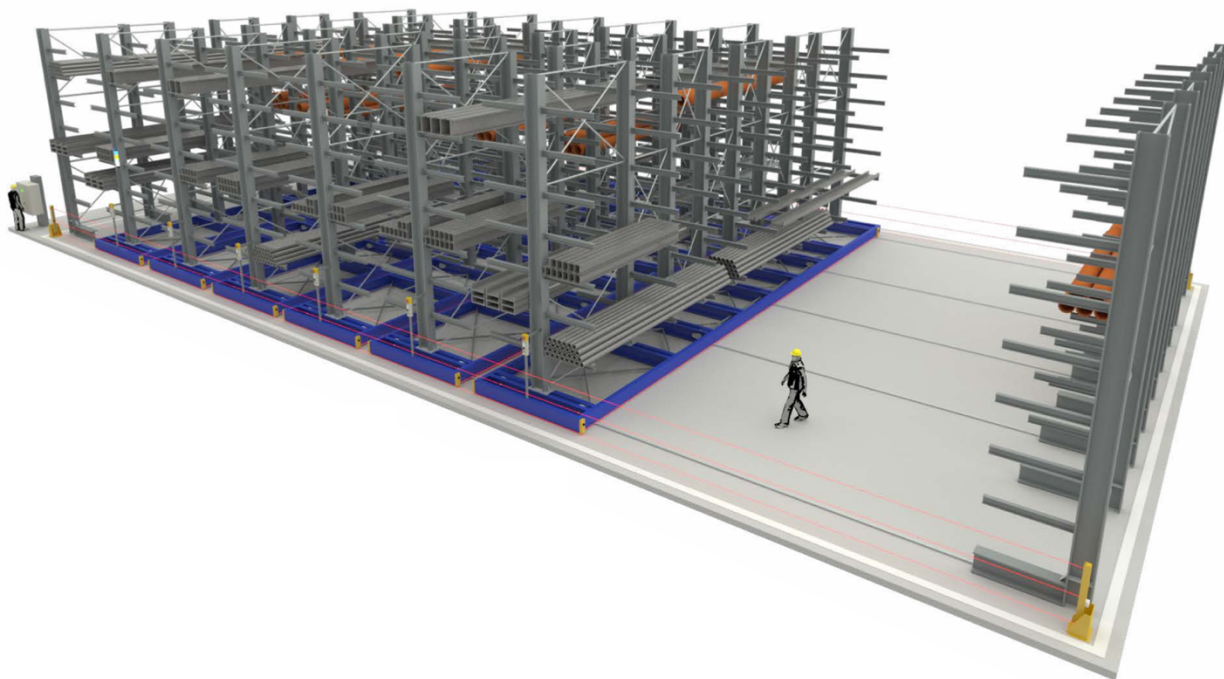
Jedná se tedy o sestavu podvozku a konzolového regálu. Podvozky dosahují nosnosti až 400 tun, což bohatě stačí na pokrytí potřeby řešeného skladu. Kolejnice jsou ustaveny a zality do úrovně podlahy. Nijak tedy nevyčuhují a nebrání projíždění vozíků nebo nějaké jiné manipulaci. Zároveň není potřeba podlahu jakkoli měnit. Kolejnice je možné nainstalovat do stávající. Regály jsou sestaveny do bloku a umožňují přesouvat jedinou obslužnou uličku mezi nimi. Tudíž podle potřeby se regály přesunou tak, aby byla přístupná požadovaná ulička a přímo přístupná skladovací buňka v regálu. Tento pohyb zajišťuje sestava elektropohonů. Rychlost pohybu je 4,8 m/min. Ovládání je jednoduché a bezpečné. První varianta je ovladačem, který je umístěn na přední straně regálu (obr. 20), další možností je využití dálkového ovládání, viz obrázek číslo 21, nebo v případě vyšší investice do softwaru je možné tyto posuny díky vzdálenému přístupu dělat téměř odkudkoli. Tato varianta je ovšem pro potřeby navrhovaného skladu zbytečně drahá, proto je použito prvních dvou typů ovládání. Do budoucna by se určitě o této variantě, která by umožnila ovládání i pomocí chytrého telefonu, dalo uvažovat a není problém toto ovládání dodatečně přidat. Na každém podvozku je umístěna optická bezpečnostní závora, která nedovolí zavření uličky, když se v ní nachází člověk nebo jiný objekt. Což je



Obr. 21 Dálkový ovladač [33]

samozřejmě velice důležitý bezpečnostní prvek tohoto systému. Manipulace s materiálem probíhá jako v předchozí variantě, tudíž je převážně zajištěna mostovým jeřábem. V případě výpadku jeřábu se dají některé regály obsloužit i vysokozdvizným vozíkem. Takže znovu bude zajištěna alespoň část skladu.

Půdorysný návrh je zpracován ve výkrese číslo BP/3/V-B.



Obr. 22 Pojízdná varianta regálů [33]

3 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V technicko-ekonomickém zhodnocení jsou porovnány navržené varianty A a B dispozičního řešení skladu. Hlavními srovnávacími faktory jsou velikost použité skladovací plochy, dostupnost a jednoduchost manipulace a na závěr finanční nákladnost obou variant.

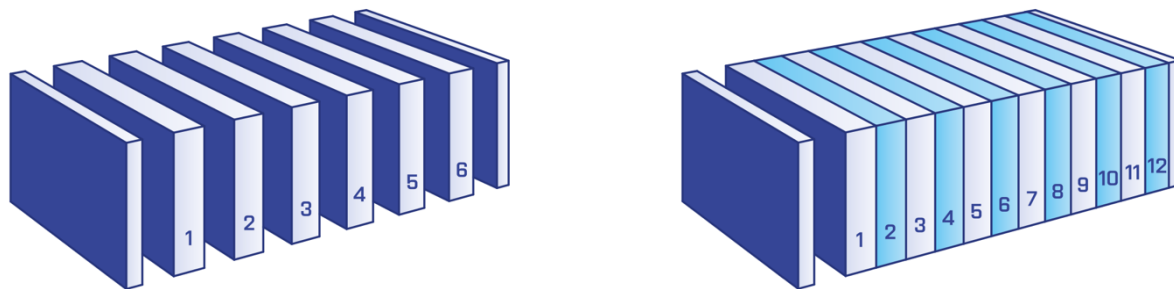
3.1 Technické zhodnocení [33], [35]

Tím, že hala je již postavená, je celková plocha skladu u obou variant stejná, tj. 1 800 m². Stejně tak, jak lze vidět na obou výkresech v příloze číslo 1 a 2, je plocha, kterou zabírají samotné regály, stejná, a to konkrétně 312 m². To je z toho důvodu, že byly vybrány u obou variant 4 jednostranné konzolové regály s půdorysnou plochou 12x1,5 m a 10 oboustranných variant s půdorysnou plochou 12x2 m. Jak je zaznamenáno v tabulce číslo 4, velké rozdíly jsou v celkové ploše, která je nutná pro takové vybudování, které bude jednoduše přístupné jak pro jeřábovou manipulaci, tak pro manipulaci VZV. Firma disponuje takovým VZV, který dokáže

Tab. 4 Srovnání zastavěných a volných ploch obou variant

Druh plochy [m ²]	Varianta A – stacionární regály	Varianta B – pojízdné regály
Celková	1 800	1 800
Regály	312	312
Regály + nutné 4,5 m uličky	960	420
Uličky na bocích skladu 2 a 4 m	240	105
Volná plocha	600	1 275

jezdit i do boku, a tím pádem nemá problém manipulovat i s dlouhými profily mezi jednotlivými regály. To je důležité především v případě, kdy má jeřáb poruchu a manipulace se musí zajistit právě takovýmto vozíkem. Jinak je samozřejmě sklad navržen primárně tak, aby manipulace probíhala pomocí mostového jeřábu. A to i z toho důvodu, že prostřední regály u obou variant nelze VZV plnohodnotně obsloužit. Důvodem je skladovaný materiál, který dosahuje délky až 12 metrů, a vozíky by se tedy v případě potřeby vyjetí ven nevytočily.



Obr. 23 Ukázka efektivity pojízdných regálů [33]

U krajních regálů jsou umístěná vrata, takže vozík může vyjet hned ven a nemusí se otáčet. Tato vrata se do budoucna plánují rozšířit, aby se výše uvedený problém odstranil. Nyní je ale jeřábová manipulace pro obě varianty naprosto klíčová a nezbytná. Délka takovýchto vozíků je obvykle kolem 3 m, proto jsou uličky mezi regály 4,5 m široké, aby stávající vozík, nebo případně v budoucnu nově pořízený, neměl problém s ježděním a manipulací mezi regály.

Firma chce do budoucna zavést přijímání nového zboží přímo ve skladu tak, aby odpadla nutnost meziskládky. To chce provádět pomocí čelního vjezdu do haly, který je momentálně

nevyužívaný. Obě varianty toto umožňují, protože v České republice mají kamiony přísně stanovené maximální rozměry 4 m (výška) x 2,6 m (šířka) x 18,75 m (délka). Sice u varianty B je jasné patrné, že volná plocha oproti variantě A je o více než polovinu větší, nicméně místo pro kamion mají obě řešení. Tímto by se výrazně urychlil celkový chod skladu.

Volné místo se u obou typů řešení dá v budoucnu využít pro navýšení kapacit skladovaného zboží. I přes to, že první řešení má určitou rezervu, která není malá, určitě v tomhle směru má jasné navrch druhá varianta, která má tuto plochu pro potenciální nákup dalších regálů výrazně vyšší. Navíc, jak je vyznačeno na obrázku číslo 23, pojízdné regály potřebují vždy celkově jen jednu uličku, oproti statickým, kde s regálem automaticky musí přibýt i další ulička. Pro stávající situaci je, co se týče technického zhodnocení, plně dostačující varianta A se stacionárními regály s výsuvnými rameny. Druhá varianta s pojízdými regály by byla výhodná jen v případě, když by se počítalo v blízké budoucnosti s velkým nárůstem zakázek a bylo by zapotřebí výrazné rozšíření stávající kapacity.

3.2 Ekonomické zhodnocení [37]

Nedílnou součástí správného výběru řešení je také ekonomické porovnání obou variant. Pořizovací náklady regálů jsou u obou variant téměř stejné. Jednostranný stojí 39 000 Kč pro obě varianty, protože i u pojízdné varianty B jsou na krajích stacionární regály. Podobně je na tom oboustranný, jehož cena činí 54 000 Kč ve stacionárním provedení a 58 000 Kč v provedení pojízdém. Důvodem navýšení ceny u pohyblivých regálů je úprava podvozku, který musí být uzpůsobený tak, aby mohl popojíždět po kolejnicích. Zásadní rozdíl nastává v dalších nákladech, které jsou nutné při realizaci varianty B. Zde je zapotřebí do stávající podlahy namontovat kolejnice a nainstalovat potřebné ovládání, díky kterému bude možné posuvy těchto regálů řídit. Toto celé bude stát přibližně 1 200 000 Kč. Naopak u stacionární varianty A tyto náklady vůbec nenastanou, protože konzolové regály se jen dovezou a umístí na své místo. Všechny náklady jsou shrnuty v tabulce číslo 5 níže.

Tab. 5 Porovnání pořizovací ceny obou variant

Pořizovací náklady [Kč]	Varianta A	Varianta B
4x Jednostranné regály	156 000	156 000
10x Oboustranné regály	540 000	580 000
Kolejnice + ovládání	0	1 200 000
Celkem	696 000	1 936 000

Z této tabulky lze tedy vyčíst, že celkové pořizovací náklady u varianty B budou asi 3x vyšší než náklady na variantu A. Z tohoto hlediska jsou tedy stacionární regály výrazně výhodnějším řešením. Znovu se zde ovšem musí zvážit možnosti a budoucí plány firmy. Pokud by totiž došlo k nárůstu objednávek a bylo by nutné rozšířit skladovou kapacitu, varianta B toto umožňuje ve velkém rozsahu. Naopak u varianty A je potencionální rozšíření výrazně nižší, a tudíž by bylo zapotřebí postavení nové haly. To už by se samozřejmě prodražilo a v tomto případě by byla pojízdá varianta ekonomičtější. Nicméně v blízké budoucnosti se nic takového neplánuje, tedy podobně jako u technického zhodnocení, i z ekonomického plyne, že pro stávající potřeby skladu plně dostačuje varianta A se stacionárními regály.

4 ZÁVĚR

Tato práce pojednává o návrhu skladu v dané strojírenské firmě. Před představením firmy a samotným návrhem řešení byla zpracována krátká rešerše zaměřená na druhy a funkce skladu. Následně studie pokračuje na řízení nákupu zásob, manipulaci s materiálem a popsání různých druhů logistických technologií jako jsou např. Hub and Spoke nebo Just in Time.

Konkrétní návrh byl zpracovaný pro firmu sídlící na jižní Moravě, která skladuje a prodává hutní materiál. Z reálných dat, která mi byla poskytnuta touto firmou, byl vypočítán předpokládaný objem materiálu pro rok 2020. Následně po rozdělení spotřeby podle konkrétních druhů tyčového materiálu bylo spočítáno, kolik od kterého materiálu musí být na skladě k dispozici. Celkem tedy bylo sklad nutné navrhnout pro 646,1 tun zboží.

Pro samotný návrh se vycházelo z již postavené skladovací haly, která má plochu 1 800 m². Byly zpracovány dvě varianty řešení. První varianta A je řešená pomocí stacionárních výsuvných konzolových regálů. Varianta B má stejné typy konzolových regálů, ty jsou ovšem umístěné na kolejnicích, a tudíž jsou tyto regály pojízdné. Rozvrhnutí a řešení obou variant je nakresleno v příložených výkresech.

V poslední části byly obě varianty porovnány z technického a ekonomického hlediska. Z tohoto porovnání vyplynulo, že při použití pojízdné varianty dojde k úspoře místa o zhruba 50 %, nicméně zároveň je nutné dodat, že toto řešení je 3x dražší. Pro stávající potřeby skladu kapacitně vyhovují obě varianty. Tudíž pokud by se firma v budoucnu nerozhodla k výraznému navýšení zásob, je naprosto dostačující varianta A se stacionárními konzolovými regály.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ [38]

1. HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: Systémy a prostředky manipulace s materiálem*. 4. vyd. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, 2008. ISBN 978-80-214-3607-7.
2. LAMBERT, Douglas, James STOCK a Lisa ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. 2. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0504-0.
3. SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika – teorie a praxe: Logistický podnik, logistický controlling, skladování, doprava, technologie, informační systémy, příklady z praxe*. 1. vyd. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.
4. Alufera steel [online]. 2017 [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: http://www.aluferasteel.cz/aktuality/aktuality_bc2/rozsirili-jsme-nase-skladovaci-prostory_bp6
5. SCHULTE, Christof. *Logistika*. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. ISBN 80-85605-87-2.
6. Rozdelenie skladov: Aké druhy poznáme? *Village.sk* [online]. 2017 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.village.sk/rozdelenie-skladov-ake-druhy-pozname/>
7. VIGNER, Miroslav, Antonín ZELENKA a Mirko KRÁL. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1984.
8. Jungheinrich [online]. *Jungheinrich.cz* 2020 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/produkty/manipulacni-technika/vysokozdvizne-voziky>
9. K – technik: Jeřáby a zdvihací technika. *K-technik.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.k-technik.cz>
10. Vozíky. *Still.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.still.cz/produkty-cz.0.0.html>
11. Logistické metody, druhy a typy logistických metod. *Euroekonom.sk* [online]. 2019 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.euroekonom.sk/logisticke-metody-druhy-a-typy-logistickych-metod/>
12. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.
13. Lexikon metod průmyslového inženýrství. *Cie-group.cz* [online]. [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: <https://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/>
14. JIT – Just in time. *E-api.cz* [online]. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#JIT>
15. KUBASÁKOVÁ, Iveta. *Logistický systém a jeho uplatnění v podniku* [online]. Žilina, 2010 [cit. 2020-02-14]. ISSN 1336-5851. Dostupné z: <https://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/cross-docking.pdf>
16. QR. *Lean-manufacturing-japan.com* [online]. [cit. 2020-02-21]. Dostupné z: <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/qr-quick-response.html>
17. Otevřený sklad: Pro-doma partner. *Rexstrechy.cz* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <http://www.rexstrechy.cz/1770/foto-firma/>

18. Etážový sklad. *Voestalpine.com* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.voestalpine.com/kremsfinaltechnik/cs/vyroby/Sklady-drobnych-dilu/>
19. Šnekový dopravník. *Navzas.cz* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <http://www.navzas.cz/doc/snekove-dopravniky>
20. Rudl. *Simplefit.cz* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://simplelift.cz/shop/rudly/rudl-ru350dl/>
21. Vysokozdvížený vozík. *Technickytydenik.cz* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/denni-zpravodajstvi/vysokozdvizny-vozik-budoucnosti_48543.html
22. Mostový jeřáb. *Charva-cts.cz* CTS [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.charvat-cts.cz/novy-mostovy-jerab-besmont/>
23. Konzolový jeřáb. *Iteco.cz* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.iteco.cz/jednonosnikovy-konzolovy-jerab-ewl.html>
24. Kanban karta. *Altacuncta.wordpress.com* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://altacuncta.wordpress.com/2011/10/28/ejemplos-tarjetas-kanban/>
25. ECR (Efficient Consumer Response – efektivní reagování na požadavky zákazníka). *Intec-logistika.cz* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z: <https://www.intec-logistika.cz/ecr-efficient-consumer-response--efektivni-reagovani-na-pozadavky-zakaznika>
26. HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
27. HAVLÍK, Zdeněk. *Bakalářka [e-mail]*. Message to: adamjarolim@seznam.cz. 1. dubna 2020 10:11. [cit. 2020-05-09]. Osobní komunikace
28. Výsuvné konzolové regály TELEKANT. *Kredit.cz* [online]. [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://www.kredit.cz/vyroby/sklady/skladovani-tycoveho-materialu/vysuvne-konzolove-regaly-telekant/>
29. Konzolové regály. *Euro-regaly.cz* [online]. [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.euro-regaly.cz/produkty/regaly-skladove/konzolove-regaly>
30. Pojízdne regály: Pojízdny regálový systém konzolový. *Mstorage.cz* [online]. [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <http://www.mstorage.cz/pojizdne-regaly.htm>
31. Pojízdne výsuvné konzolové regály MOBI-TELEKANT. *Kredit.cz* [online]. [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://www.kredit.cz/vyroby/sklady/skladovani-tycoveho-materialu/pojizdne-vysuvne-konzolove-regaly-mobi-telekant/>
32. Katalog – skladová technika: modulová stavebnice konzolového regálu s výsuvnými rameny. *Kredit.cz* [online]. [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.kredit.cz/vyroby/sklady/skladovani-tycoveho-materialu/vysuvne-konzolove-regaly-telekant/>
33. Katalog – Mobipal, Mobikant: dynamické skladovací systémy. *Kredit.cz* [online]. [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.kredit.cz/vyroby/sklady/pojizdne-regaly/pojizdne-konzolove-regaly-mobikant/>

34. Katalog – skladová technika: Pojízdny konzolový regál. *Kredit.cz* [online]. [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.kredit.cz/vyrobky/sklady/pojizdne-regaly/pojizdne-konzolove-regaly-mobikant/>
35. Kamion. *Wikipedia.org* [online]. [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kamion>
36. Distribuční centrum Adler Czech. *Archiv.ihned.cz* [online]. 2016 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-65255750-adler-otevrel-nove-distribucni-centrum-logistickych-koncept-je-postaven-na-modernich-technologiich-a-vlastnich-zdrojich>
37. Konzolový regál. *Jungheinrich-profishop.cz* [online]. [cit. 2020-06-19]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich-profishop.cz/Konzolovy-regal-META-dvoustranny-17334-129640/?Shop=b2c>
38. CITACE PRO. Generátor citací [online]. [cit. 2020-05-30]. Dostupné z: <https://citace.lib.vutbr.cz/info>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Označení	Legenda	Jednotka
Z_p	Pojistná zásoba	[den]
TO	Termín objednání	[-]
TD	Termín dodání	[-]
X_{opt}	Optimální objednací množství	[kg]
Q	Předpokládaný celkový objem materiálu v roce 2020	[t]
Q_p	Objem materiálu zpracovaného v roce 2019	[t]
Z	Předpokládaný meziroční nárůst	[-]
Q_i	Roční spotřeba materiálu daného průřezu	[t]
$Q_{mč}$	Roční spotřeba materiálu s malým čtvercovým průřezem	[t]
$Q_{vč}$	Roční spotřeba materiálu s velkým čtvercovým průřezem	[t]
Q_{mo}	Roční spotřeba materiálu s malým obdélníkovým průřezem	[t]
Q_{vo}	Roční spotřeba materiálu s velkým obdélníkovým průřezem	[t]
Q_s	Roční spotřeba materiálu se speciálním průřezem	[t]
P	Procentuální zastoupení daného průřezu v celkové spotřebě	[-]
q_i	Denní spotřeba daného typu tyčového materiálu	[t/den]
$q_{mč}$	Denní spotřeba materiálu s malým čtvercovým průřezem	[t/den]
$q_{vč}$	Denní spotřeba materiálu s velkým čtvercovým průřezem	[t/den]
q_{mo}	Denní spotřeba materiálu s malým obdélníkovým průřezem	[t/den]
q_{vo}	Denní spotřeba materiálu s velkým obdélníkovým průřezem	[t/den]
q_s	Denní spotřeba materiálu se speciálním průřezem	[t/den]
D_{rok}	Počet dní v roce	[den]
Q_{SKLj}	Skladované množství daného materiálu	[t]
$Q_{SKLmč}$	Skladované množství materiálu s malým čtvercovým průřezem	[t]
$Q_{SKLvč}$	Skladované množství materiálu s velkým čtvercovým průřezem	[t]
Q_{SKLmo}	Skladované množství materiálu s malým obdélníkovým průřezem	[t]
Q_{SKLvo}	Skladované množství materiálu s velkým obdélníkovým průřezem	[t]
Q_{SKLs}	Skladované množství materiálu se speciálním průřezem	[t]
c	Dodávkový cyklus	[den]
např.	Například	
tj.	To je	
tzn.	To znamená	
tzv.	Tak zvaný	
obr.	Obrázek	
apod.	A podobně	
VZV	Vysokozdvíhací vozík	
JIT	Just in time	
QR	Quick response	
	Milimetr	[mm]
	Metr	[m]
	Metr čtverečný	[m ²]
	Tuna	[t]
	Kilogram	[kg]
	Procento	[%]
	Metr za minutu	[m/min]
	Stupeň	[°]
	Tuna za den	[t/den]
	Koruna česká	[Kč]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Číslo obrázku	Název	Zdroj	Strana
1	Skladování	[4]	9
2	Otevřený sklad	[17]	12
3	Etážový sklad	[18]	12
4	Šnekový dopravník	[19]	13
5	Rudl	[20]	13
6	Vysokozdvíhový vozík	[21]	14
7	Mostový jeřáb	[22]	15
8	Konzolový jeřáb	[23]	16
9	Vývoj zásob při objednání na základě signálního množství	[12]	17
10	Kanban karta	[24]	18
11	Princip technologie Hub and Spoke	[3]	20
12	Distribuční centrum	[36]	21
13	Schéma materiálového toku v systému s distribučním centrem	[3]	22
14	Skladovací hala		23
15	Meziskládka		24
16	Současné regály		24
17	Momentální řešení skladování tyčového materiálu		25
18	Klika na ovládání výsuvných ramen	[28]	28
19	Výsuvná ramena	[28]	29
20	Ovladače na přední straně pojízdných regálů	[33]	30
21	Dálkový ovladač	[33]	30
22	Pojízdná varianta konzolových regálů	[33]	31
23	Ukázka efektivity pojízdných regálů	[33]	32

SEZNAM TABULEK

Číslo tabulky	Název	Zdroj	Strana
1	Pozitivní dopady JIT	[3]	19
2	Spotřeba jednotlivých druhů tyčového materiálu v roce 2019	[27]	26
3	Souhrnná tabulka pro rok 2020		27
4	Srovnání zastavěných a volných ploch obou variant		31
5	Porovnání pořizovací ceny obou variant		33

SEZNAM PŘÍLOH

Číslo výkresu	Název	Označení
1	SKLAD – VARIANTA – A	BP/3/V-A
2	SKLAD – VARIANTA – B	BP/3/V-B